

標高タイルを使った地形可視化と 高品質な標高タイル作成ツールの開発

～全国Q地図の取組～

自己紹介

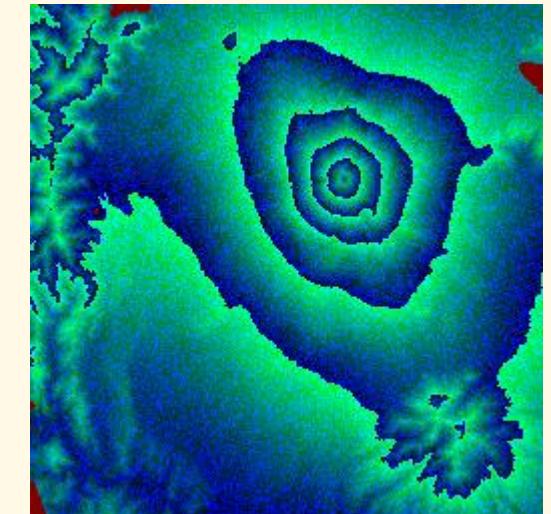
- 2020.1～ 趣味で「全国Q地図」運営
- 2024.11～ 株式会社Geolonia
- X(旧Twitter)： 山と地図 @Yama_Chizu
- 福岡県在住

今日お話する内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

標高タイルとは

● 標高を記録した地図タイル



10/906/404.png
(256×256ピクセル)

出展：国土地理院ウェブサイト

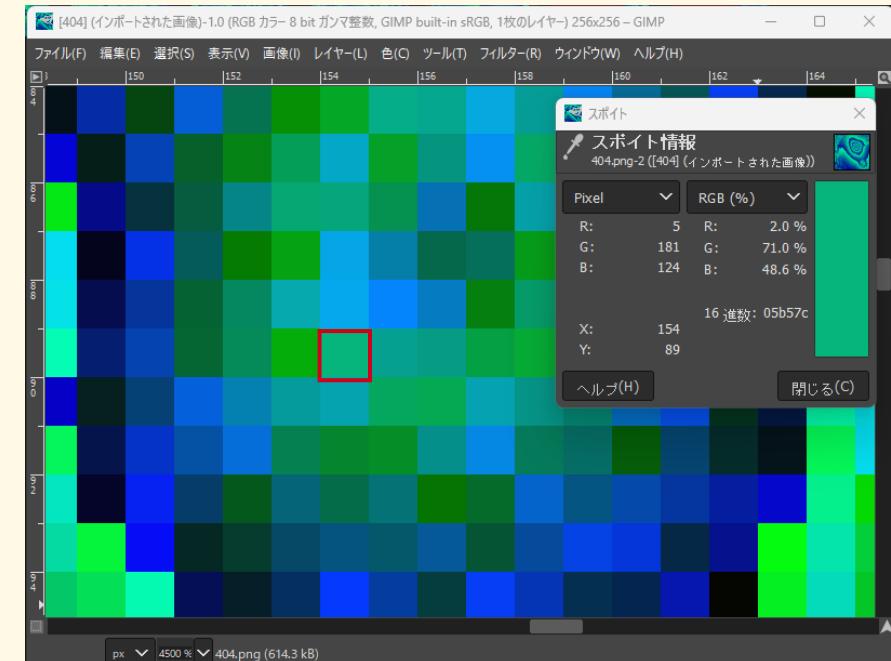
標高タイルとは

● 標高値をRGB値に換算して記録

- 例 $(R, G, B) = (5, 181, 124)$ の場合、
 $(2^{16} \times 5 + 2^8 \times 181 + 124) \times 0.01 = 3741.40 \text{ m}$

● 変換式は数種類あり

- 産総研 数値PNGタイル
- Mapbox Terrain-RGB tiles
- Terrarium format PNG tiles



国内の標高タイルの配信状況

● 国土地理院 地理院タイル

- ・基盤地図情報10m（地形図の等高線から作成）
- ・基盤地図情報5m（航空レーザ測量、写真測量）

● 産業技術総合研究所 シームレス標高タイル

- ・地理院タイルや兵庫県の航空レーザ測量成果を組み合わせ

● 栃木県・兵庫県・高知県

- ・林野庁事業

● 全国Q地図

今日お話する内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

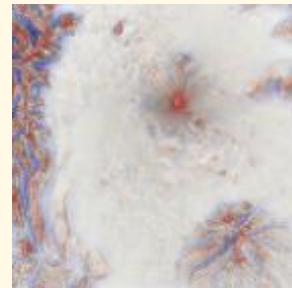
標高タイルを使った地形可視化

例えば、CS立体図のWeb公開を例に

- 現在主流の方法：CS立体図の画像をタイル化してWeb公開



- 様々な環境で容易に利用できる



- 立体表示をするための標高タイルとは別に、CS立体図のタイルを作成・配信する必要
- ユーザー側で表現の調整が不可能

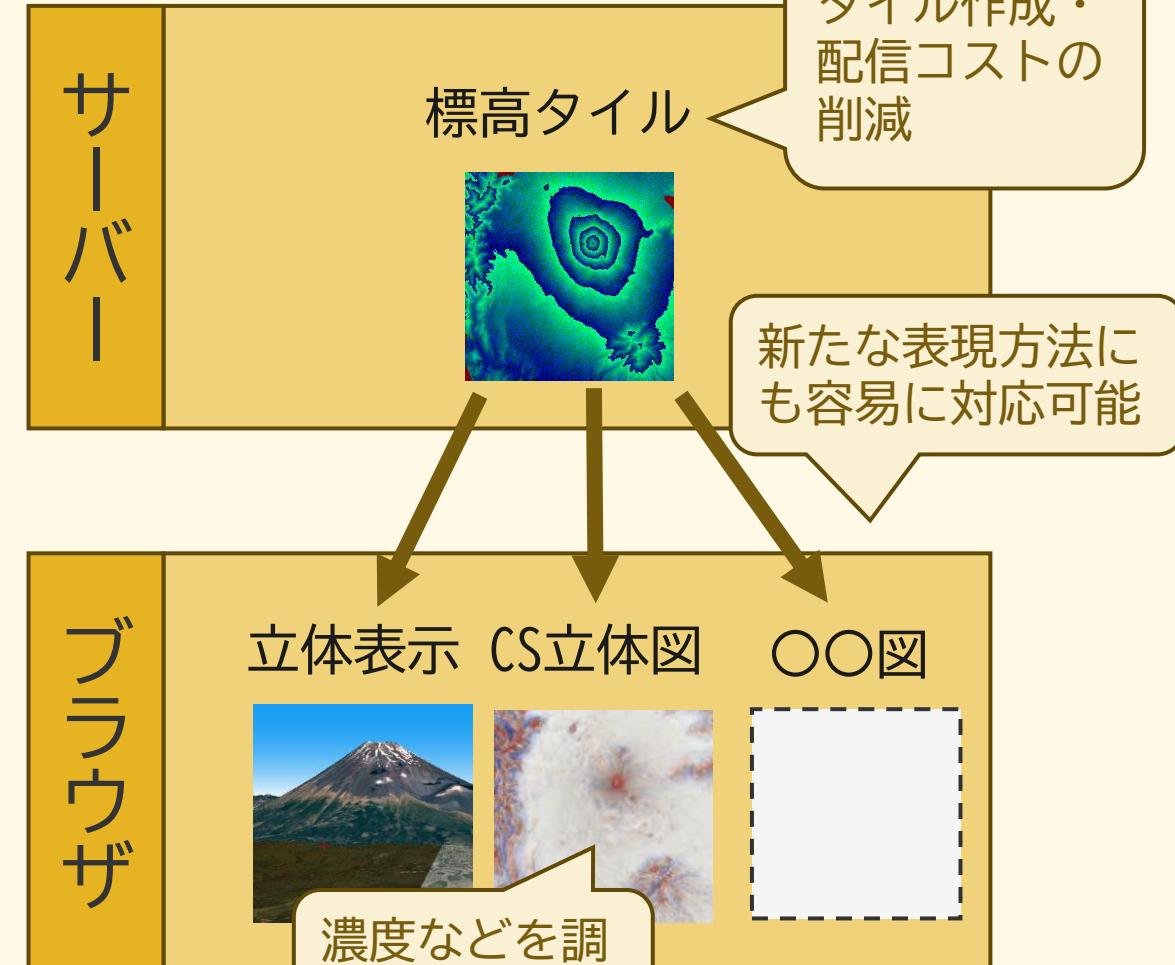
標高タイルを使った地形可視化

ベクトルタイルに似ている！？

現在主流の方法



新たな方法



全国Q地図MapLibre版～Q地図地形ビューアー～

- URL : <https://maps.qchizu.xyz/maplibre>
- 地図ライブラリ : MapLibre GL JS
- JavaScriptフレームワーク : Svelte
- 公開開始 : 2024. 1
- ソースコード : https://github.com/qchizu/qchizu_maplibre

全国Q地図MapLibre版～Q地図地形ビューアー～

全国Q地図MapLibre版 説明 通常版

閉じる←

標高データ

Q地図1A ◆印の描画に反映

背景(基図)

- 標準地図
- 淡色地図
- 写真
- OpenStreetMap
- 段彩図◆
- CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 1

小 大

赤・青の濃度 係数: 1

薄 濃

○ 背景なし

○ 能登写真

200m (2020.2022)

Q地図タイル(測量法に基づく国土地理院長承認(使用)R5JHs727)



CS立体図（標準）

全国Q地図MapLibre版 [説明](#) [通常版](#)

閉じる←

標高データ

Q地図1A

◆印の描画に反映

背景(基図)

標準地図

淡色地図

写真

OpenStreetMap

段彩図◆

CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 1

小 大

赤・青の濃度

係数: 1

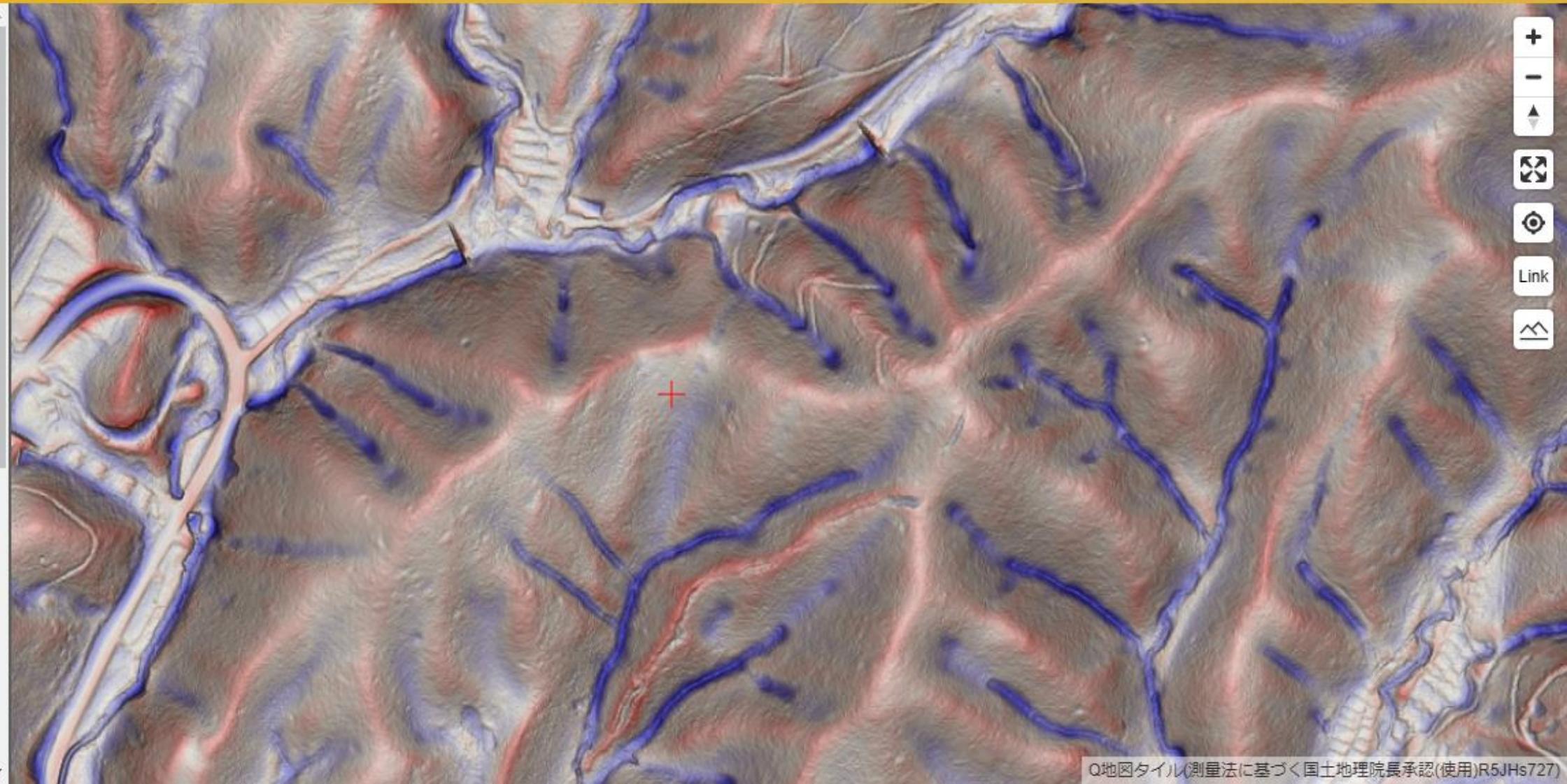
薄 濃

背景なし

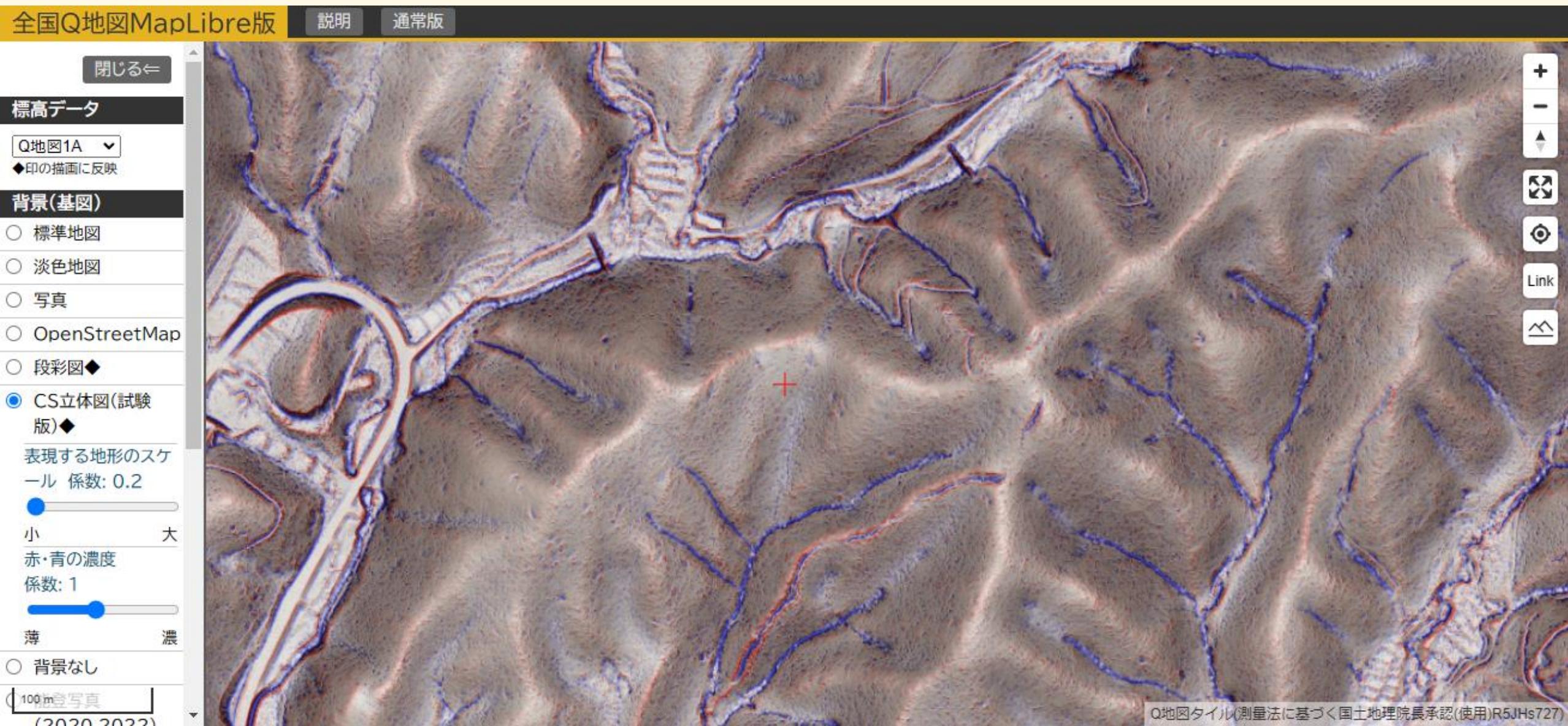
100m登写真

(2020-2022)

+ - ▲ ▼ × ◎ Link



CS立体図（小地形を強調）



CS立体図（赤・青薄め）

全国Q地図MapLibre版 [説明](#) [通常版](#)

閉じる←

標高データ

Q地図1A

◆印の描画に反映

背景(基図)

標準地図

淡色地図

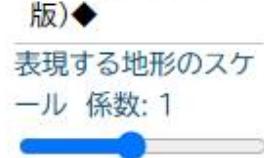
写真

OpenStreetMap

段彩図◆

CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 1



小 大

赤・青の濃度



薄 濃

背景なし

100m登写真
(2020.2022)



Q地図タイル(測量法に基づく国土地理院長承認(使用)R5JHs727)

+ - ▲ ▼ × ○ Link

今日お話する内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

高精度・高解像度・高品質な標高タイル

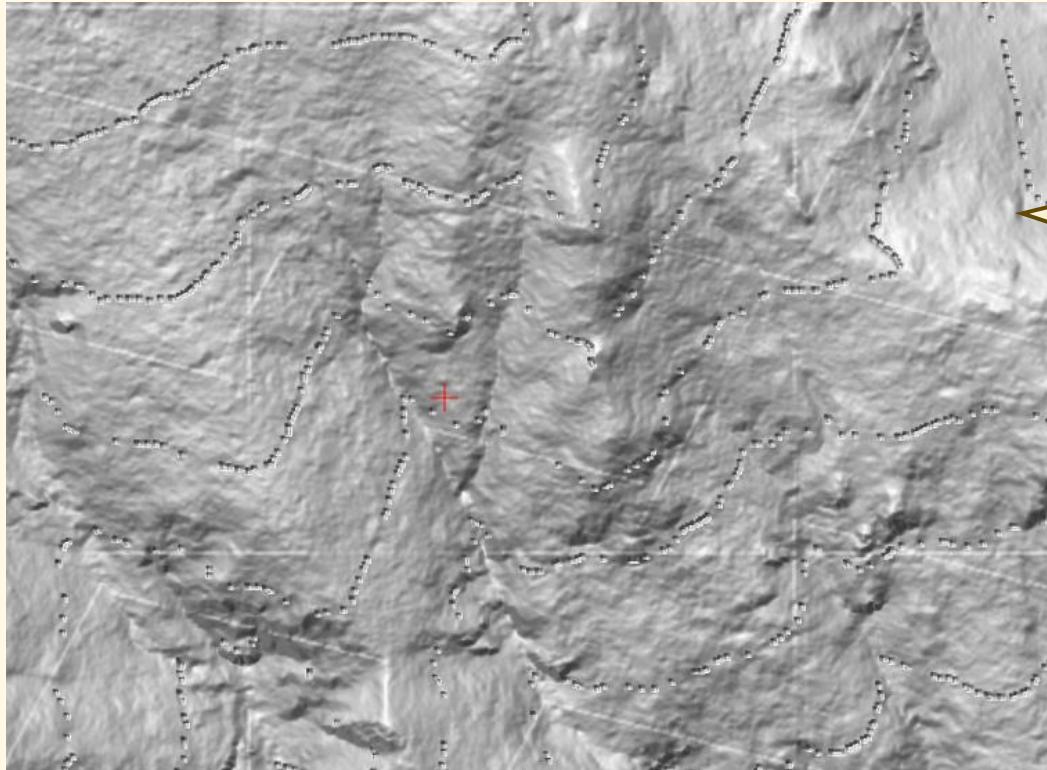
● 全国Q地図MapLibre版の特長

高精度・高解像度・高品質な標高タイルを使って、
様々な地形表現ができるため、とにかく地形がよく分かる

- 高精度・高解像度な標高データ
→ 航空レーザ測量により整備
- 高品質な標高タイル
→ ①適切にリサンプリングが行われていること
②適切な標高分解能をもつタイル規格で作成されていること

適切なリサンプリング

- 立体表示では違いが感じられにくいか、CS立体図、傾斜量図、陰影図では、適切なリサンプリングが重要



適切にリサンプリング
できていない！

標高タイルの規格

- 数値PNGタイル（産業技術総合研究所）

$X = 2^{16} R + 2^8 G + B$ 、標高分解能 $U = 0.01$ として

$X < 2^{23}$ の場合 標高値 = $X * U$

$X = 2^{23}$ の場合 無効値

$X > 2^{23}$ の場合 標高値 = $(X - 2^{24}) * U$

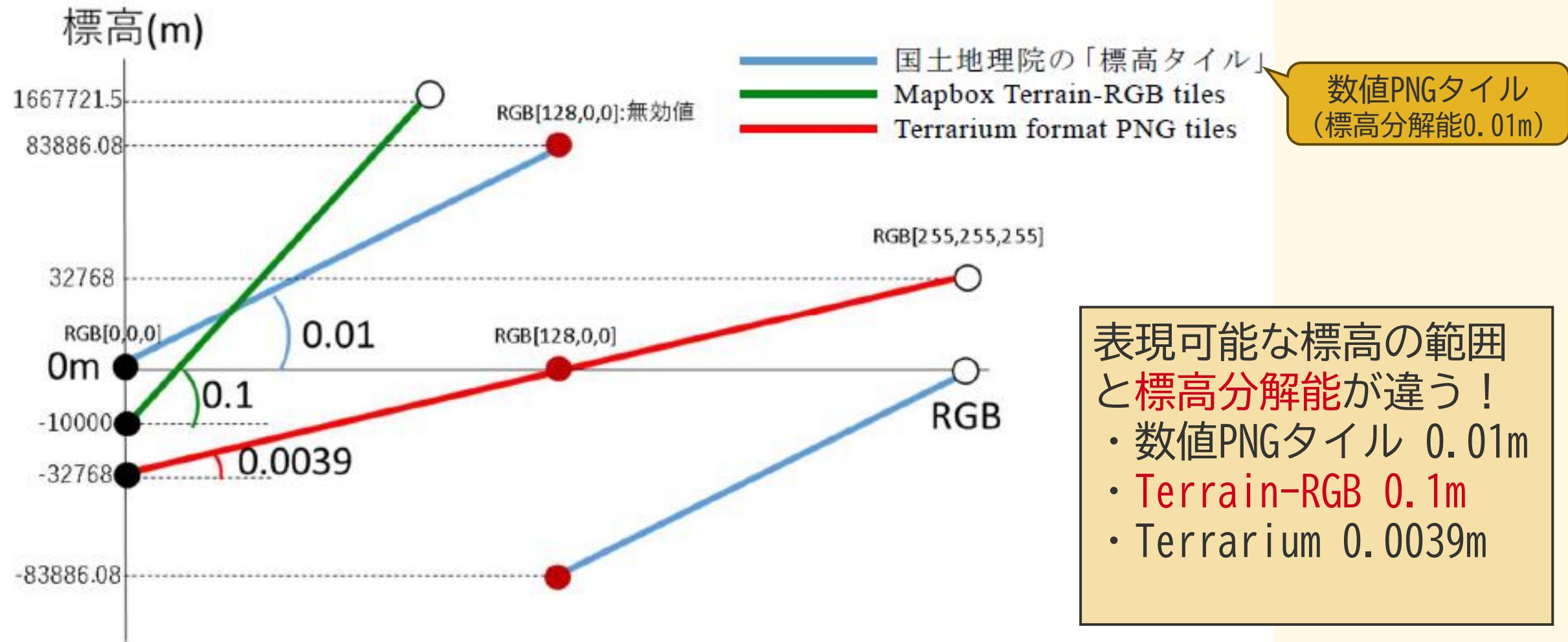
- Mapbox Terrain-RGB tiles

標高値 = $-10000 + 0.1 * (2^{16} R + 2^8 G + B)$

- Terrarium format PNG tiles

標高値 = $-32768 + 2^8 R + G + 2^{-8} B$

標高タイルの規格



表現可能な標高の範囲
と**標高分解能**が違う！

- ・数値PNGタイル 0.01m
- ・Terrain-RGB 0.1m
- ・Terrarium 0.0039m

標高分解能の違い

0.1mでは、等高線状のラインが入ってしまっている

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL18 ≈0.5m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



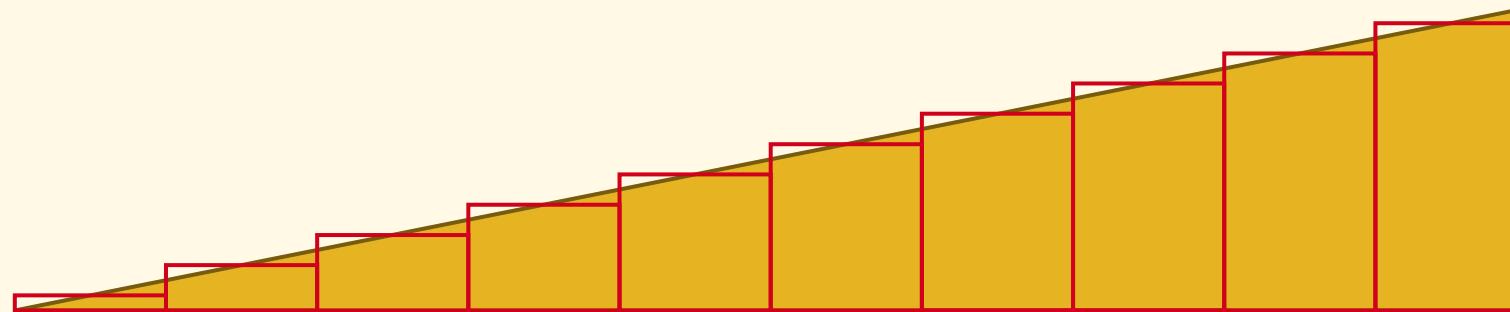
標高分解能0.1m単位でデコード

標高分解能の違い

- 標高分解能が不足すると、等高線状のラインが入る

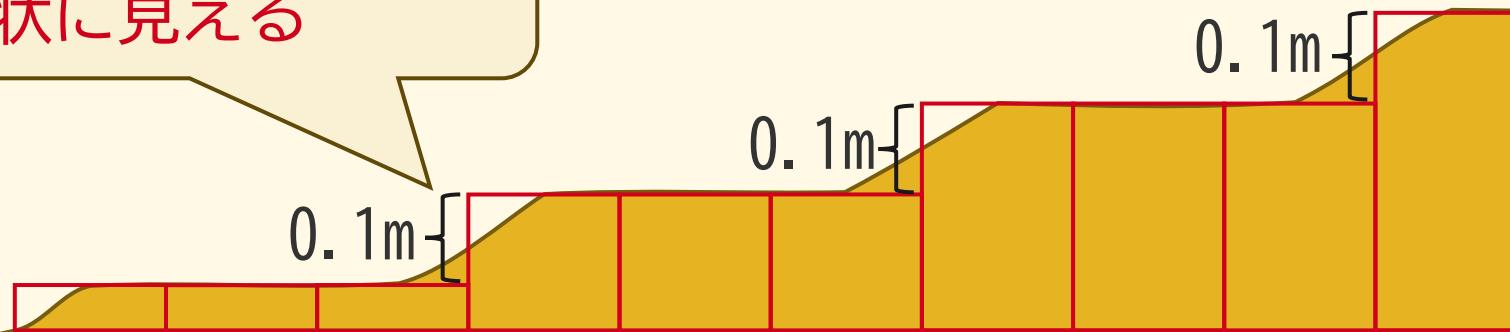
水平方向の分解能
に対して

標高タイル
0.01m単位



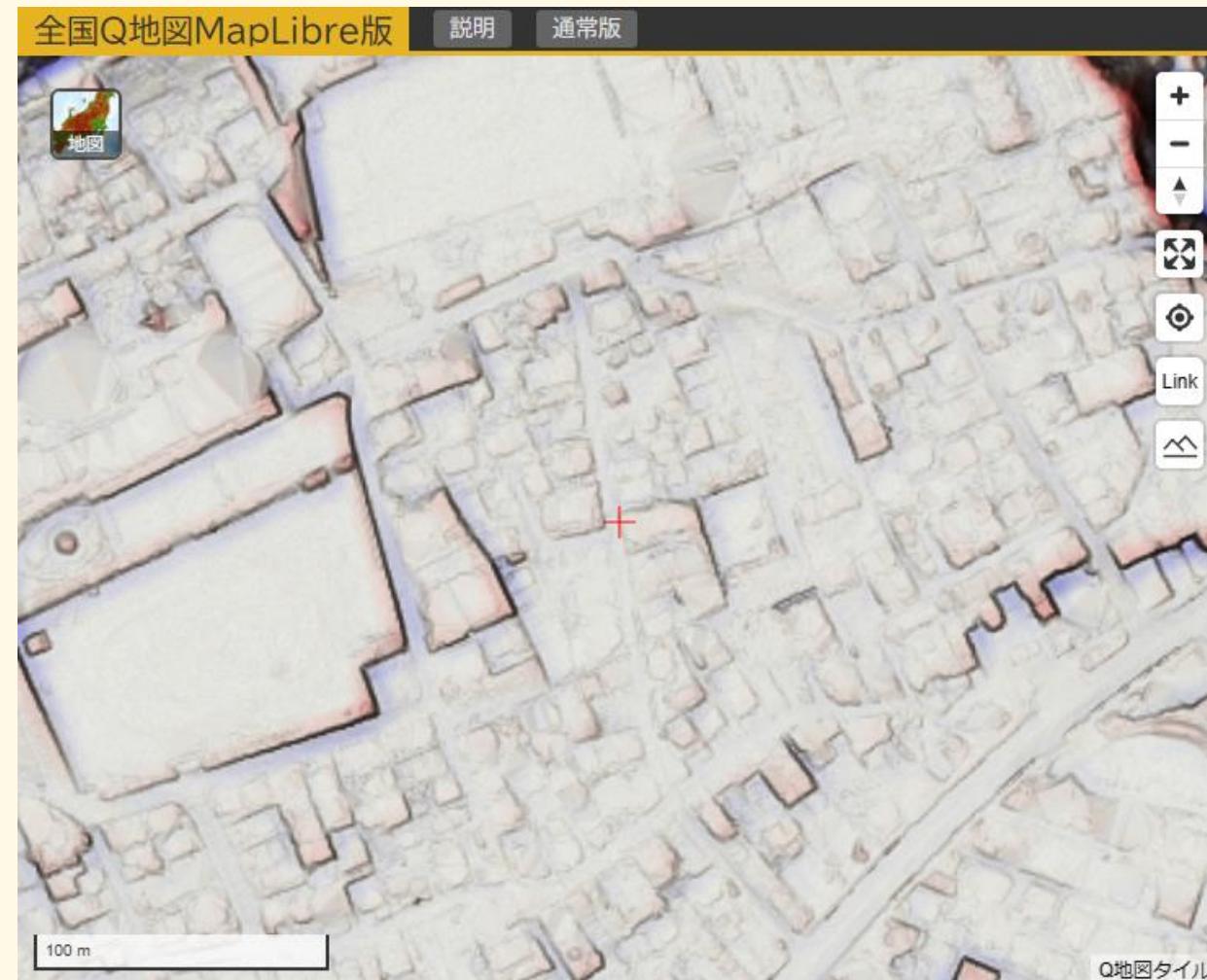
急傾斜の部分
→等高線状に見える

標高タイル
0.1m単位

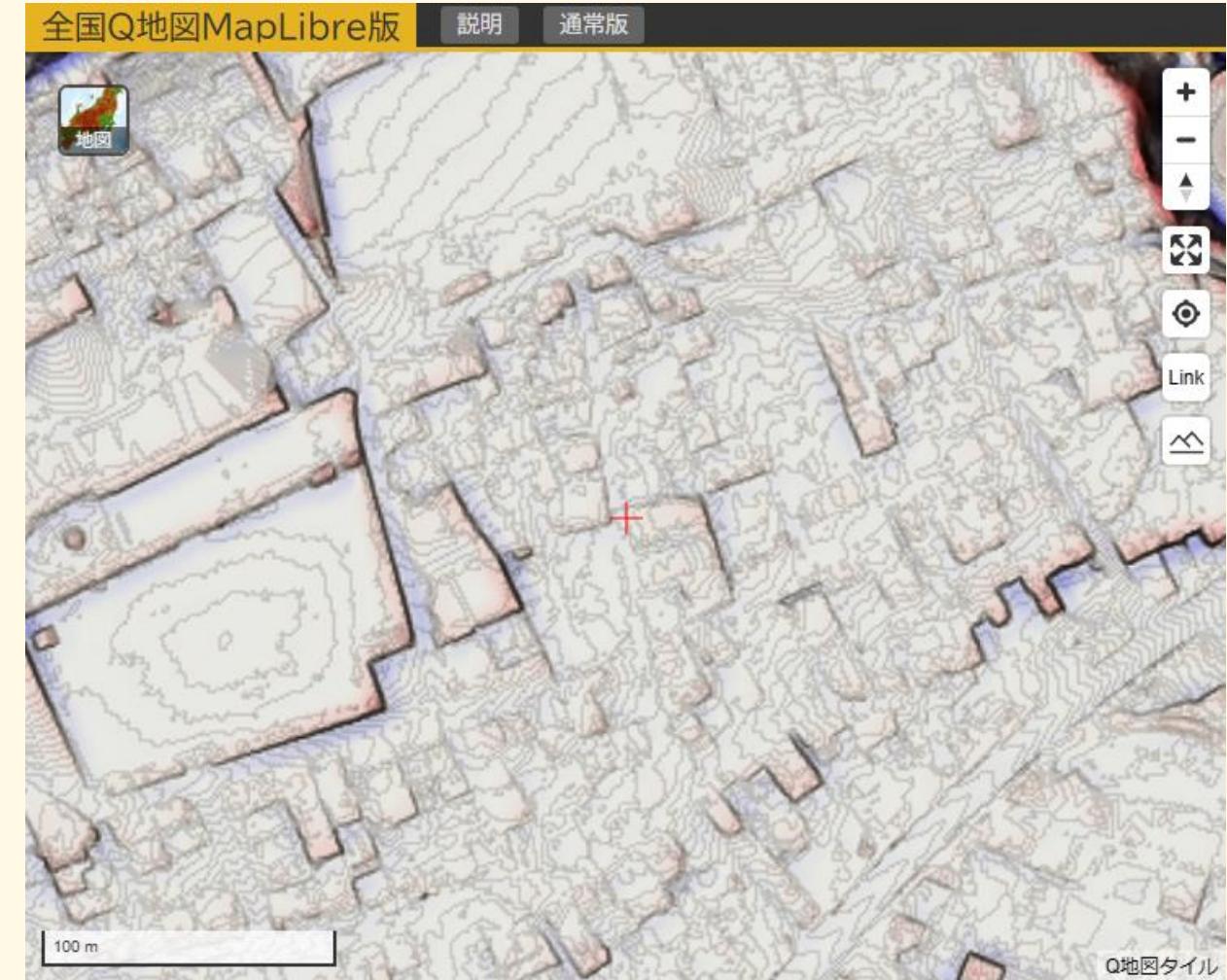


標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL17 ※1m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



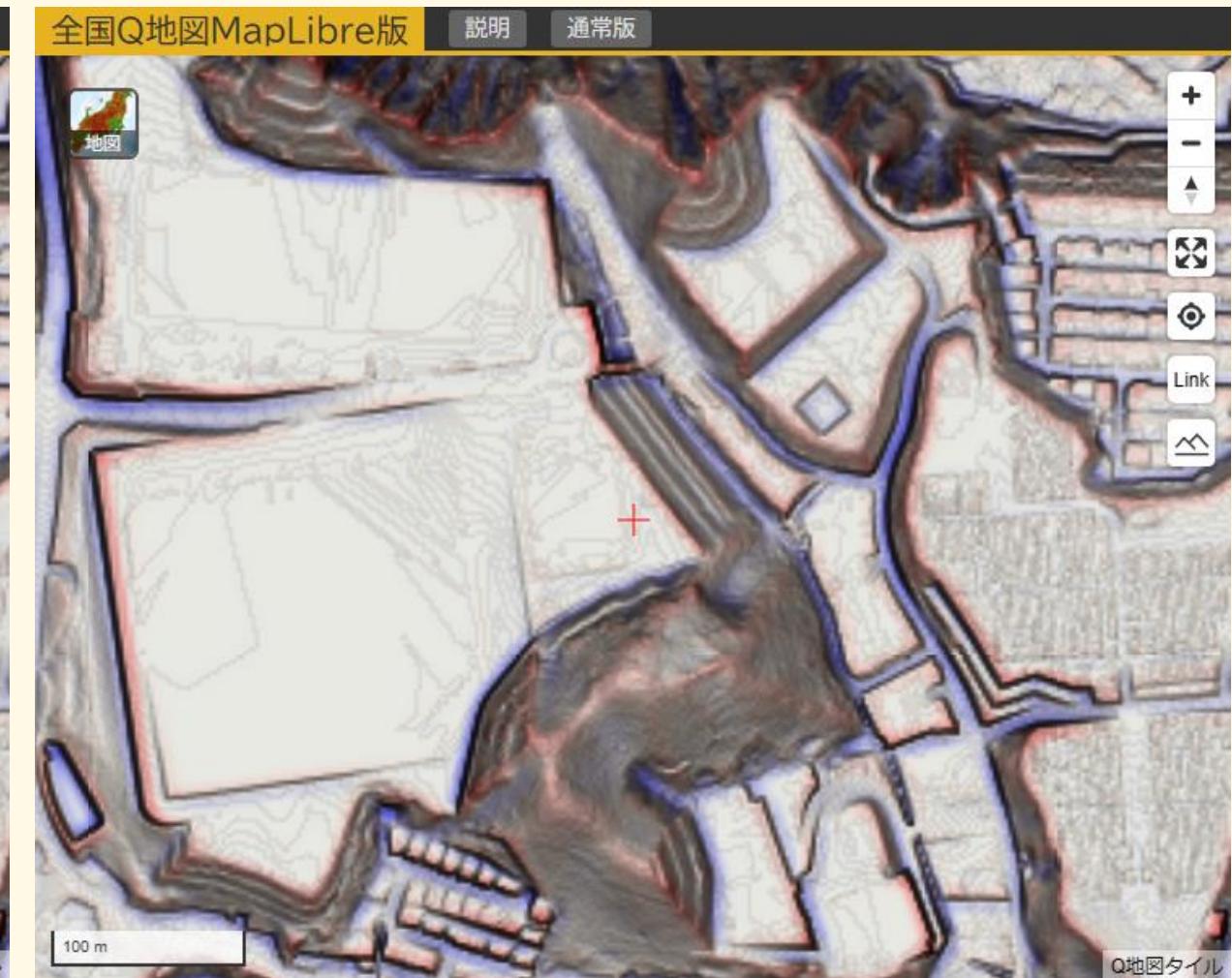
標高分解能0.1m単位でデコード

標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL16 ≈2.5m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



標高分解能0.1m単位でデコード

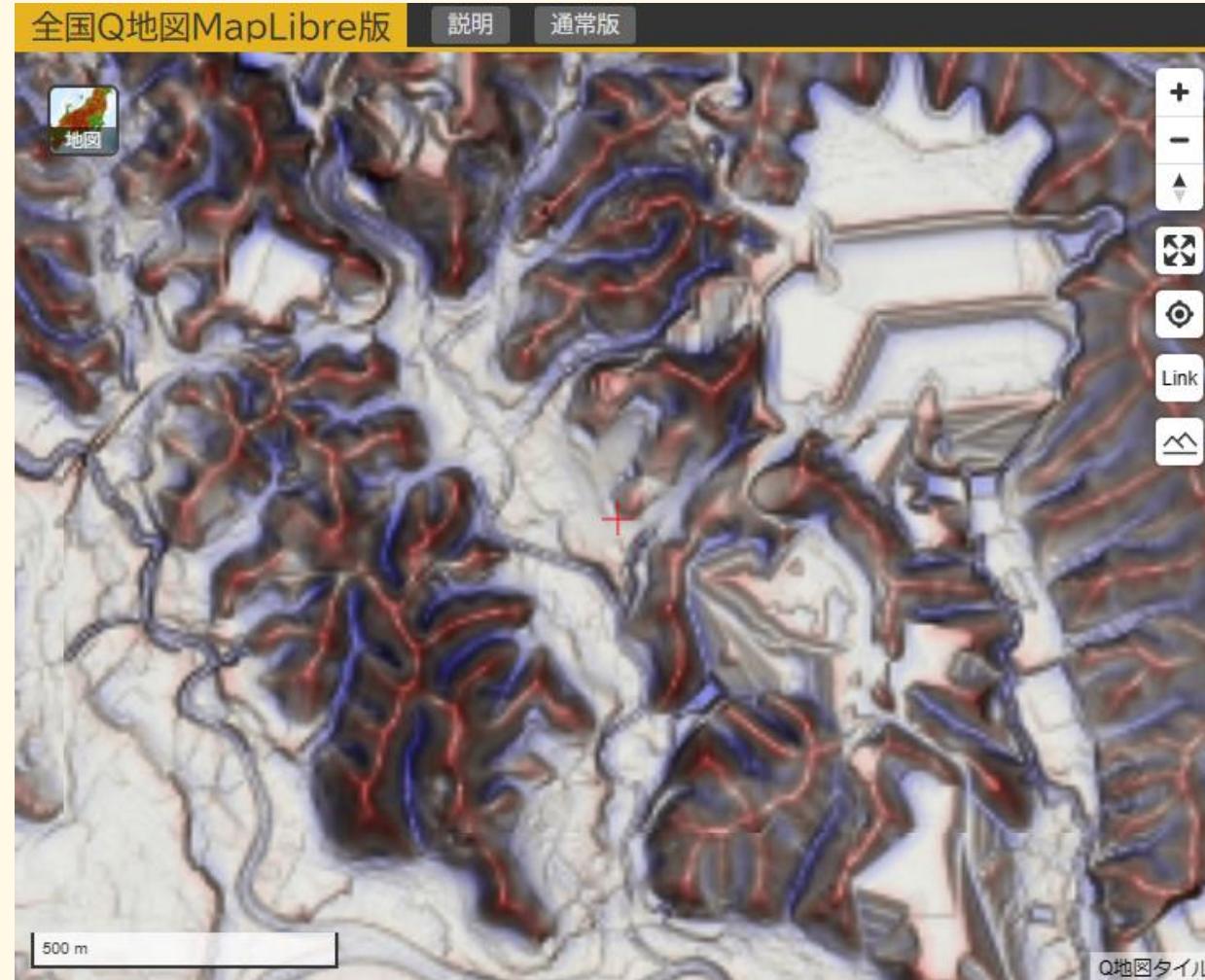
標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL15 ×5m相当

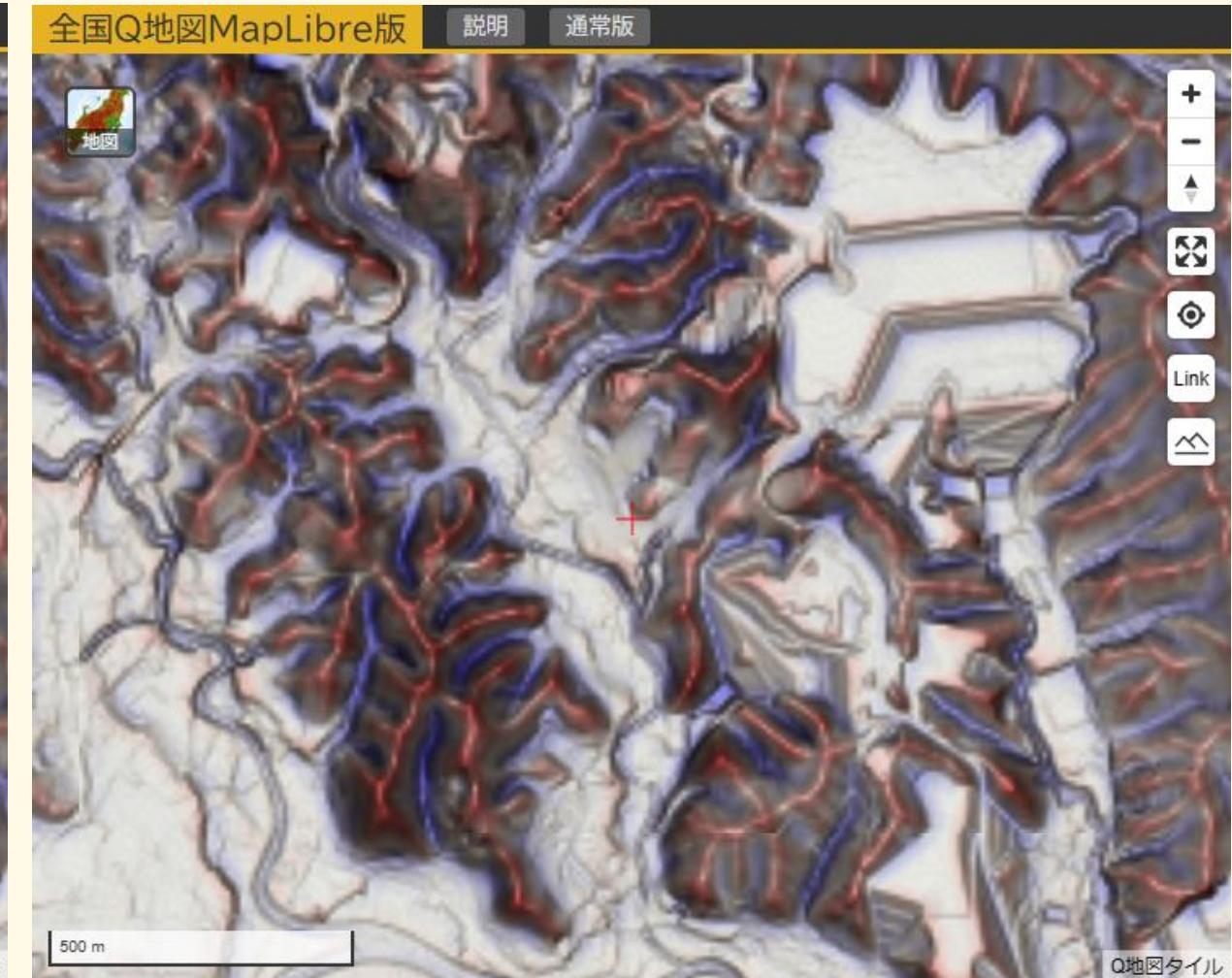


標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL14 ×10m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



標高分解能0.1m単位でデコード

標高タイルの規格

- ZL15以上の標高タイルの場合、標高分解能0.1mでは不足
 - 数値PNGタイル(分解能0.01m)、Terrarium (分解能0.0039m)
 - ✗ Mapbox Terrain-RGB (分解能0.1m)
- 数値PNGタイルとTerrariumを比較すると、無効値が定義されている標高値以外のタイル化も可能という点で**数値PNGタイルが優位**
→MapLibreなどのライブラリで利用しやすいなどといった理由でTerrain-RGBを進める動きもあるが、**数値PNGタイルの活用を広めていきたい**

数値PNGタイル作成ツール gdal2NPtiles.py

- 適切にリサンプリングを行なって、数値PNGタイルを作成できるツールが必要！



- ラスタータイル作成ツールgdal2tiles.pyを改良し、数値PNGタイルを作成できるgdal2NPtiles.pyを作成
(NP: Numerical PNG Tile)

使い方 (複数のTIFを結合し数値PNGタイルを作成する場合)

- gdalbuildvrt -vrtnodata -9999 merge.vrt 01.tif*.tif
- python gdal2NPtiles.py --numerical --numerical-resolution 0.01 merge.vrt 02_tile -z 1-19 --xyz --processes=16

数値PNGタイル作成ツール gdal2NPTiles.py

● パフォーマンス

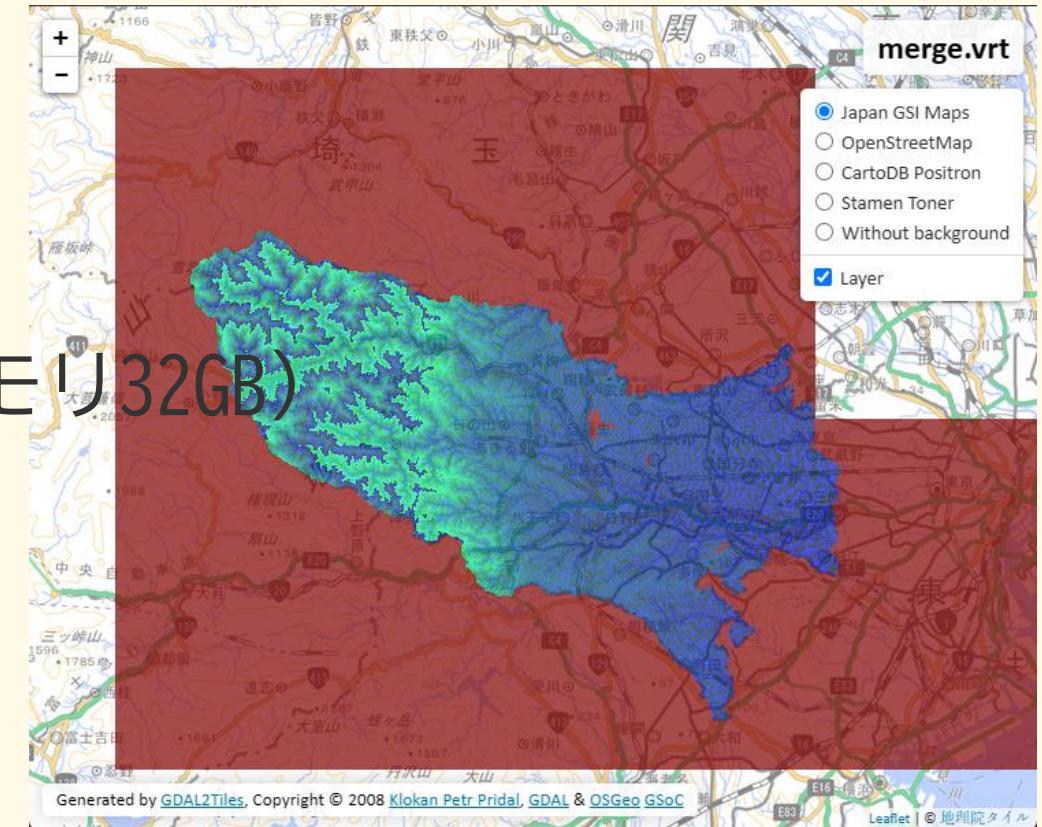
- ・東京都デジタルツイン多摩地域点群データの標高タイル作成
TIF 10,051ファイル

↓

タイル (ZL:1~19)

406,066ファイル 16.3GB

所要時間 0:56 (Windows 11、メモリ32GB)



数値PNGタイル作成ツール gdal2NPtiles.py

- 適切なリサンプリングが可能
- 各ピクセルの値は、地理院タイルと±0.01m以内で一致することを確認
 - ・ 基盤地図情報(5m航空レーザ)からgdal2NPtiles.pyで作成したタイルと、地理院タイル(標高タイル)を比較して検証
- GitHubで公開中 (2024. 10~)

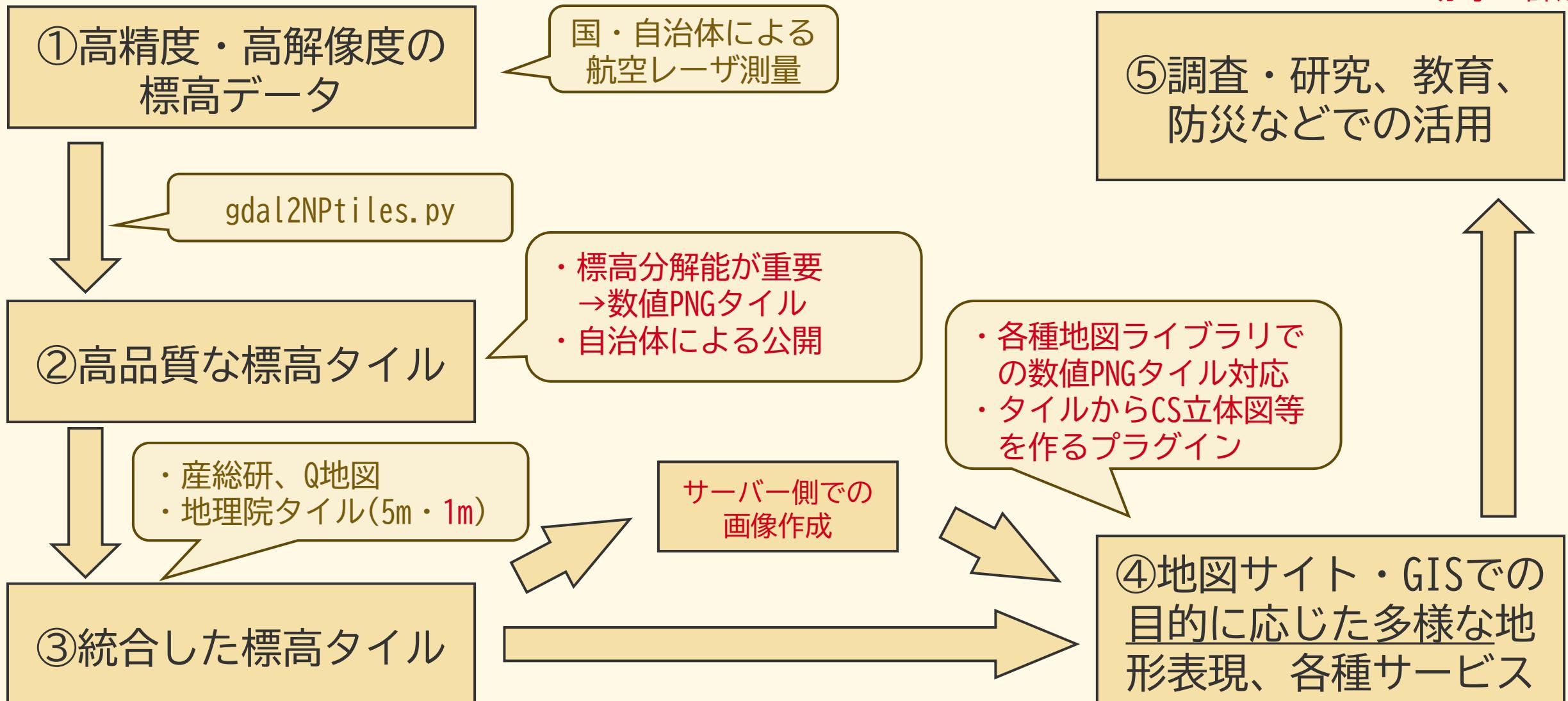
<https://github.com/qchizu/gdal2NPtiles>

今日お話する内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

標高タイルの高度活用～目指す姿～

赤字：課題



標高タイルの高度活用

一緒に取り組んでいただけの方、是非お声掛けください！

全国Q地図 <https://info.qchizu.xyz>

X(旧Twitter) 山と地図 @Yama_Chizu

GitHub <https://github.com/qchizu>